

AB

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-085799

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.Cl.

H01S 5/50

H01L 31/12

H04B 10/28

H04B 10/02

(21)Application number : 11-260321

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 14.09.1999

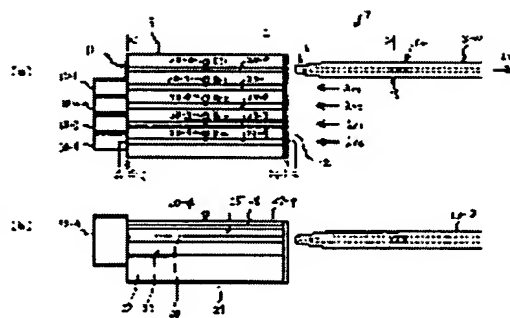
(72)Inventor : IMOTO KATSUYUKI

## (54) LIGHT TRANSMITTING/RECEIVING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a light transmitting/receiving device that can be manufactured inexpensively, is suited for long-distance transmission, and has few crosstalks.

**SOLUTION:** In this light transmitting/receiving device for propagating signal light with different wavelength in a single optical fiber, a semiconductor optical amplifier array is formed on an InP substrate 22, at least a single optical amplifier in the semiconductor optical amplifier array forms a high-reflection film 11 on a rear end face 19-2, and a laser with an external resonator is composed by providing a fiber grating 14 at a front end face side 19-1 for composing a laser with external resonator, other optical resonators form a low-reflection film 12 on both the front and rear end faces 19-1 and 10-2, and a photodiode 10-1 is arranged at the end face side, and each front end face side of the optical amplifiers is connected to the optical fiber via light multiplexing/demultiplexing equipment 4.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-85799  
(P2001-85799A)

(43) 公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 1 S 5/50		H 0 1 S 5/50	5 F 0 7 3
H 0 1 L 31/12		H 0 1 L 31/12	H 5 F 0 8 9
H 0 4 B 10/28		H 0 4 B 9/00	W 5 K 0 0 2
10/02			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-260321

(22) 出願日 平成11年9月14日 (1999.9.14)

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区大手町一丁目6番1号

(72) 発明者 井本 克之

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立

電線株式会社オプトロシステム研究所内

(74) 代理人 100068021

弁理士 絹谷 信雄

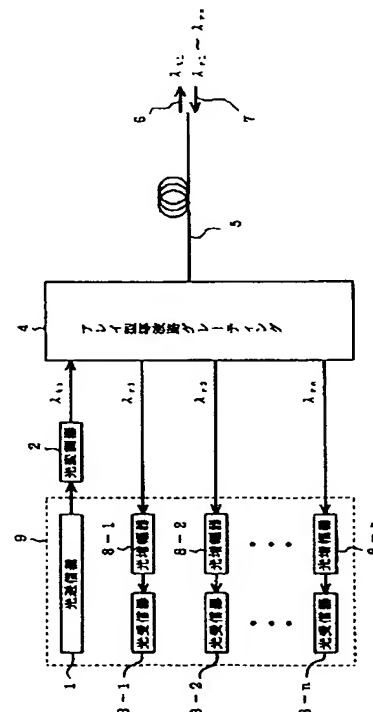
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光送受信デバイス

(57) 【要約】

【課題】 安価に製造でき、長距離伝送に適し、クロストークが少ない光送受信デバイスを提供する。

【解決手段】 1本の光ファイバ内に波長の異なる信号光を双方向に伝搬させるための光送受信デバイスにおいて、I n P基板22上に半導体光増幅器アレイを形成し、この半導体光増幅器アレイ中の少なくとも1個の光増幅器は、後端面19-2に高反射膜11を形成すると共に前端面側19-1にファイバグレーティング14を設けることにより外部共振器付きレーザを構成し、他の光増幅器は、前後両端面19-1, 19-2に低反射膜12を形成すると共に後端面側にフォトダイオード10-1を配置し、これら光増幅器のそれぞれ前端面側を光合分波器4を介して前記光ファイバに接続した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 1本の光ファイバ内に波長の異なる信号光を双方向に伝搬させるための光送受信デバイスにおいて、I n P基板上に半導体光増幅器アレイを形成し、この半導体光増幅器アレイ中の少なくとも1個の光増幅器は、後端面に高反射膜を形成すると共に前端面側にファイバグレーティングを設けることにより外部共振器付きレーザを構成し、他の光増幅器は、前後両端面に低反射膜を形成すると共に後端面側にフォトダイオードを配置し、これら光増幅器のそれぞれ前端面側を光合分波器を介して前記光ファイバに接続したことを特徴とする光送受信デバイス。

【請求項2】 前記外部共振器付きレーザを構成する光増幅器には、しきい値電流よりも高い電流を流し、前記フォトダイオードを配置した光増幅器には、しきい値電流以下の電流を流すようにしたことを特徴とする請求項1記載の光送受信デバイス。

【請求項3】 前記フォトダイオードを配置した光増幅器の前端面側に所望の波長の信号光のみを通過させる光フィルタを設けたことを特徴とする請求項1又は2記載の光送受信デバイス。

【請求項4】 前記光合分波器としてアレイ型導波路グレーティングを用いたことを特徴とする請求項1～3いずれか記載の光送受信デバイス。

【請求項5】 前記外部共振器付きレーザを構成する光増幅器のファイバグレーティングと前記光合分波器との間に光変調器を設けたことを特徴とする請求項1～4いずれか記載の光送受信デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、双方向波長多重伝送用の光送受信デバイスに係り、特に、安価に製造でき、長距離伝送に適し、クロストークが少ない光送受信デバイスに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 波長多重伝送用デバイスの開発の進展に伴い、双方向で波長多重伝送する方式が検討されるようになってきた。

【0003】 図6及び図7に、従来の光送受信デバイスを示す。

【0004】 まず、図6の光送受信デバイスは、波長 $\lambda_{11}$ で発振する光送信器1の信号光を光変調器2で変調し、アレイ型導波路グレーティング4を通して光ファイバ伝送路5内を矢印6方向に送信すると共に、矢印7方向から送られてきた波長多重信号光（波長 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{12}$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_{1n}$ ）をアレイ型導波路グレーティング4で分波し、それぞれの分波した信号光を光受信器3-1～3-nで受信するようになっている。

【0005】 また、図7の光送受信デバイスは、それぞれ波長 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{12}$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_{1n}$ で発振する光送信器1-1

～1-nの信号光をそれぞれ光変調器2-1～2-nで変調し、アレイ型導波路グレーティング4で合波した後、光ファイバ伝送路5内を矢印6方向に送信すると共に、矢印7方向から送られてきた波長 $\lambda_{11}$ の信号光をアレイ型導波路グレーティング4で分波して光受信器3で受信するようになっている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、従来の光送受信デバイスで双方向波長多重伝送方式を実現するには、次のような問題点が残されている。

【0007】 (1) 光デバイスが高価すぎる。

【0008】 (2) アレイ型導波路グレーティングの光損失が大きく、伝送距離に制約を受ける。

【0009】 (3) アレイ型導波路グレーティングのチャネル間のアイソレーションを大きくとれないので、チャネル間のクロストークに問題がある。

【0010】 そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、安価に製造でき、長距離伝送に適し、クロストークが少ない光送受信デバイスを提供することにある。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために本発明は、1本の光ファイバ内に波長の異なる信号光を双方向に伝搬させるための光送受信デバイスにおいて、I n P基板上に半導体光増幅器アレイを形成し、この半導体光増幅器アレイ中の少なくとも1個の光増幅器は、後端面に高反射膜を形成すると共に前端面側にファイバグレーティングを設けることにより外部共振器付きレーザを構成し、他の光増幅器は、前後両端面に低反射膜を形成すると共に後端面側にフォトダイオードを配置し、これら光増幅器のそれぞれ前端面側を光合分波器を介して前記光ファイバに接続したものである。

【0012】 前記外部共振器付きレーザを構成する光増幅器には、しきい値電流よりも高い電流を流し、前記フォトダイオードを配置した光増幅器には、しきい値電流以下の電流を流すようにしてもよい。

【0013】 前記フォトダイオードを配置した光増幅器の前端面側に所望の波長の信号光のみを通過させる光フィルタを設けてもよい。

【0014】 前記光合分波器としてアレイ型導波路グレーティングを用いてもよい。

【0015】 前記外部共振器付きレーザを構成する光増幅器のファイバグレーティングと前記光合分波器との間に光変調器を設けてもよい。

## 【0016】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の第一の実施形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0017】 図1に示されるように、本発明に係る光送受信デバイスを用いた双方向波長多重伝送方式は、1本の光ファイバ伝送路5内に、矢印6方向に光送信器1からの波長 $\lambda_{11}$ の信号光を伝搬させ、矢印7方向に波長多

重信号光（波長 $\lambda_{1,1}$ ,  $\lambda_{1,2}$ , ...,  $\lambda_{1,n}$ ）を伝搬させ、それぞれの光受信器 3-1 ~ 3-n で受信する方式である。この光送受信デバイスの第一の特徴は、1つの光送信器 1 と複数の光受信器 3-1 ~ 3-n とを InP 基板上に一体的に形成したことにある。即ち、破線で囲まれた部分（光デバイスという）9 が一体的に形成されている。また、第二の特徴は、それぞれの光受信器 3-1 ~ 3-n の前に光増幅器 8-1 ~ 8-n を設け、これらの光増幅器 8-1 ~ 8-n も同じ光デバイス 9 の InP 基板上にアレイ状に配置したことにある。2 は光変調器、4 は光合分波器としてのアレイ型導波路グレーティングである。

【0018】図 1 の光送受信デバイスの動作を説明する。光送信器 1 からは波長 $\lambda_{1,1}$ の信号光が送出され、光変調器 2 に入力される。そして変調された信号光がアレイ型導波路グレーティング 4 に送り込まれて合波され、光ファイバ伝送路 5 内を矢印 6 方向に伝搬していく。他方、光ファイバ伝送路 5 内を矢印 7 方向から送られてきた波長多重信号光（波長 $\lambda_{1,1}$ ,  $\lambda_{1,2}$ , ...,  $\lambda_{1,n}$ ）は、アレイ型導波路グレーティング 4 で分波され、それぞれの光増幅器 8-1 ~ 8-n に入力される。それぞれの光増幅器 8-1 ~ 8-n で増幅された信号光がフォトダイオードからなるそれぞれの光受信器 3-1 ~ 3-n に入射して電気信号に変換される。

【0019】図 2 は、図 1 の光デバイス 9 の詳細構成を示したものである。図 2 (a) は InP 基板の上面を示し、図 2 (b) は InP 基板の A-A 断面を示す。

【0020】この光デバイス 9 は、波長 1.55  $\mu\text{m}$  帯用の光デバイスであり、InP (n') 基板 22 上に形成されている。即ち、光デバイス 9 は、InP (n') 基板 22 上にスラブ構造の InP (n) 下部クラッド層 23 が形成され、その上にスラブ或いは略矩形状の InGaAsP の活性層 24 が形成され、その上に InP (p) 上部クラッド層 25、InGaAsP コンタクト層 26 が積層された構造を有する。InP (n') 基板 22 の下面には、下面電極 21 が設けられ、InGaAsP コンタクト層 26 の上には活性層 24 内に電流を閉じ込めて流すようにストライプ状の上部電極 27-0 ~ 27-4 が形成されている。この光デバイス 9 は、互いに独立な 5 つの光増幅器からなる半導体光増幅器アレイである。

【0021】光送信器 1 は、光デバイス 9 の後端面に形成した高反射膜 11（反射率 $\geq 80\%$ ）と、光デバイス 9 の前端面側のファイバ 13-0 に形成したファイバグレーティング 14 の等価的反射面 15 との間で共振器長 L を持ったレーザ共振器（外部共振器付きレーザ）を構成し、端子 20-0 より上部電極 27-0 から下面電極 21 に向けて順方向のしきい値電流よりも高い電流  $I_{1,1}$  を流すことにより、レーザ発振するものである。その発振波長 $\lambda_{1,1}$ は、共振器長 L によって設定することができ

る。

【0022】なお、ファイバ 13-0 の先端は、先球加工部 16 を持つように加工され、上部電極 27-0 の真下の活性層 24 から出射されたレーザ光をファイバ 13-0 内に効率よく結合するように構成されている。

【0023】また、光デバイス 9 の前端面 19-1 には低反射膜 12（反射率 $< 0.5\%$ ）が形成され、この前端面 19-1 からの反射を抑えるように構成されている。

【0024】光受信部、即ち、図 1 の光増幅器 8-1 ~ 8-n 及び光受信器 3-1 ~ 3-n に相当する部分では、光デバイス 9 の後端面 19-2 にも図示しないが低反射膜（反射率 $< 0.5\%$ ）が形成され、その後端面側に光受信器であるフォトダイオード 10-1 ~ 10-4 が設けられている。光増幅器は、前後両端面に低反射膜を形成することで構成され、それぞれの上部電極 27-1 ~ 27-4 の端子 20-1 ~ 20-4 にしきい値電流よりも低い順方向電流  $I_{1,1}$ ,  $I_{1,2}$ ,  $I_{1,3}$ ,  $I_{1,4}$  を注入することによって動作するものである。それぞれの波長 $\lambda_{1,1}$ ,  $\lambda_{1,2}$ ,  $\lambda_{1,3}$ ,  $\lambda_{1,4}$ の信号光は、前端面 19-1 の低反射膜 12 を通して上部電極 27-1 ~ 27-4 の真下の活性層 24 内へ入射され、電流  $I_{1,1}$ ,  $I_{1,2}$ ,  $I_{1,3}$ ,  $I_{1,4}$  の注入によって信号光が活性層 24 内を伝搬するにつれて増幅され、それぞれのフォトダイオード 10-1 ~ 10-4 に入力される。

【0025】次に、本発明の第二の実施形態を説明する。

【0026】図 3 に示した光送受信デバイスは、図 1 の光送受信デバイスに光フィルタを付加したものであり、図 1 と符号の同じものについては説明を省略する。この光送受信デバイスでは、光デバイス 9 のそれぞれの光増幅器 8-1 ~ 8-n の前端面側にそれぞれ異なる所望の波長 $\lambda_{1,1}$ ,  $\lambda_{1,2}$ , ...,  $\lambda_{1,n}$ の信号光のみを通過させる光フィルタ 28-1 ~ 28-n が設けられている。図示のように光フィルタ 28-1 ~ 28-n を光デバイス 9 内に設けてもよい。

【0027】これらの光フィルタ 28-1 ~ 28-n を設けたことにより、光増幅器 8-1 ~ 8-n には所望の波長の信号光以外の不要な信号光の入射が抑圧されるので、高 S/N でかつクロストークの劣化のない受信特性を得ることができる。

【0028】図 4 は、図 3 の光デバイス 9 の詳細構成を矢印 7 方向から波長 $\lambda_{1,1}$ ,  $\lambda_{1,2}$ ,  $\lambda_{1,3}$ ,  $\lambda_{1,4}$ の信号光が入射する場合について示したものである。図 4 (a) は InP 基板の上面を示し、図 4 (b) は InP 基板の A-A 断面を示す。

【0029】図 4 の構成が図 2 の構成と異なる点は、それぞれの光増幅器の入力側、即ち、光デバイス 9 の前端面側にグレーティング型光フィルタ 28-1 ~ 28-4 を有するファイバ 13-1 ~ 13-4 を設けたことであ

る。これらのグレーティング型光フィルタ28-1~28-4は、それぞれ波長 $\lambda_{11}$ ,  $\lambda_{12}$ ,  $\lambda_{13}$ ,  $\lambda_{14}$ の信号光を通過させる帯域通過型光フィルタである。

【0030】このように1つのInP( $n'$ )基板上に一体的にアレイ状に配置した構成は、光送受信デバイスでは従来ない構成であり、小型サイズでコンパクトに実装することができる。しかも、小さなペルチェ素子を実装することによって、温度制御を行い、光送信波長の安定化と光受信パワの増幅利得の安定化とを共に満足することができる。

【0031】なお、図2、図4の構成では、それぞれの光増幅器の増幅利得の制御は、注入電流 $I_{11}$ ,  $I_{12}$ ,  $I_{13}$ ,  $I_{14}$ を個別に調節することによって個別に行うことができる。従って、それぞれの波長の受信パワを一定にしてそれぞれのフォトダイオード10-1~10-4に入力することができる。

【0032】また、図2、図4の構成において、前端面19-1と後端面19-2とは、入出射光に対して10°以内の角度で斜めに形成しておくこと、これらの端面からの反射光が活性層24内へ再入射するのを抑えることができる。

【0033】次に、本発明の第三の実施形態を説明する。

【0034】図5に示した光送受信デバイスを用いた双方向波長多重伝送方式は、1本の光ファイバ伝送路5内に、矢印6方向に光送信器1-1~1-nからの波長 $\lambda_{11}$ ,  $\lambda_{12}$ , ...,  $\lambda_{1n}$ の信号光を伝搬させ、矢印7方向に波長 $\lambda_{11}$ 信号光を伝搬させ、光受信器3で受信する方式である。このために、光デバイス9内には、図示のように光送信器1-1~1-n、光増幅器8、光受信器3が形成されている。光変調器2-1~2-n、光フィルタ28を光デバイス9内に設けてもよい。

【0035】本発明は、これまで説明した実施形態に限定されない。他の実施形態を以下に列記する。

【0036】図1、図3、図5の構成において、矢印6方向への信号光の波長多重数、或いは矢印7方向からの信号光の波長多重数は、特に限定されず、何波でもよい。

【0037】図2、図4の構成において、光送信器1と光受信部との間には、光学的干渉防止用の溝をコンタクト層26の上からコンタクト層26、上部クラッド層25にかけて掘って形成してもよい。

【0038】光受信部の各光増幅器間にも上記のような溝を形成して光学的干渉を生じないようにしてもよい。

【0039】グレーティングを形成したファイバ13-0~13-4は導波路で構成してもよい。

【0040】図2、図4の構成において、光デバイス9の前端面19-1近傍の活性層24に、スポットサイズ変換部をそれぞれ設け、光ファイバとの光結合を効率良く行うようにしてもよい。

【0041】光デバイス9の前端面19-1近傍の活性層24に、窓構造を形成し、偏波依存性を低く抑えるようにしてもよい。

【0042】光送信器1の活性層24の幅は、後端面19-2から前端面19-1に向かってテーパ状に広がるようにし、レーザ出力を増大させるようにしてもよい。

【0043】光受信部の光増幅器の活性層24の幅は、前端面19-1から後端面19-2に向かってテーパ状に広がるようにし、増幅利得を増大させるようにしてもよい。

【0044】本発明の光送信器1は、2.5Gb/s, 10Gb/sなどの高速伝送用にも適しており、かつ、温度変動に対しても波長安定性に優れている。

【0045】

【発明の効果】本発明は次の如き優れた効果を発揮する。

【0046】(1)1つの基板上に送受信の複数の光増幅器を形成しているため、小型サイズで実現することができることと共に、部品点数が少ないので実装コストも安価となり、全体として安価に作ることができる。

【0047】(2)複数の光受信部で光増幅器が一体的に形成され、各光増幅器の増幅利得も個別に制御できる。その結果、フォトダイオードに入力される光パワレベルの増大が図れ、高品質の受信状態を維持できると共に、より長距離伝送を行うことができる。

【0048】(3)複数の光受信部のチャンネル間干渉、クロストーク劣化を光フィルタ挿入により抑えることができるので、光増幅器の増幅利得を十分に高くとることができ、これにより、受信感度をより一層高め、高品質の受信状態を維持することができる。

【0049】(4)4チャンネル以上の波長多重伝送用光送受信デバイスを小型、低コストで実現でき、2.5Gb/s, 10Gb/sなどの高速伝送用にも使える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施形態を示す光送受信デバイスのブロック図である。

【図2】図1の光デバイスの詳細構成を示した構造図である。(a)は上面、(b)は側断面を示す。

【図3】本発明の第二の実施形態を示す光送受信デバイスのブロック図である。

【図4】図3の光デバイスの詳細構成を示した構造図である。(a)は上面、(b)は側断面を示す。

【図5】本発明の第三の実施形態を示す光送受信デバイスのブロック図である。

【図6】従来の光送受信デバイスのブロック図である。

【図7】従来の光送受信デバイスのブロック図である。

【符号の説明】

1 光送信器

2 光変調器

3-1~3-n 光受信器

10

20

30

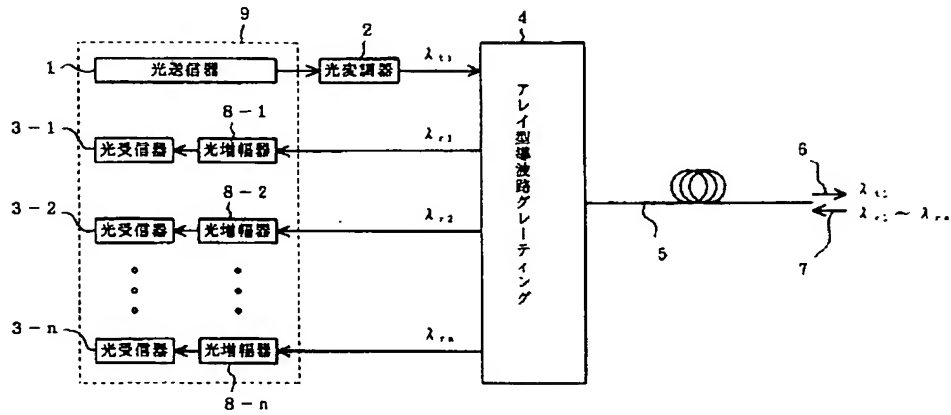
40

50

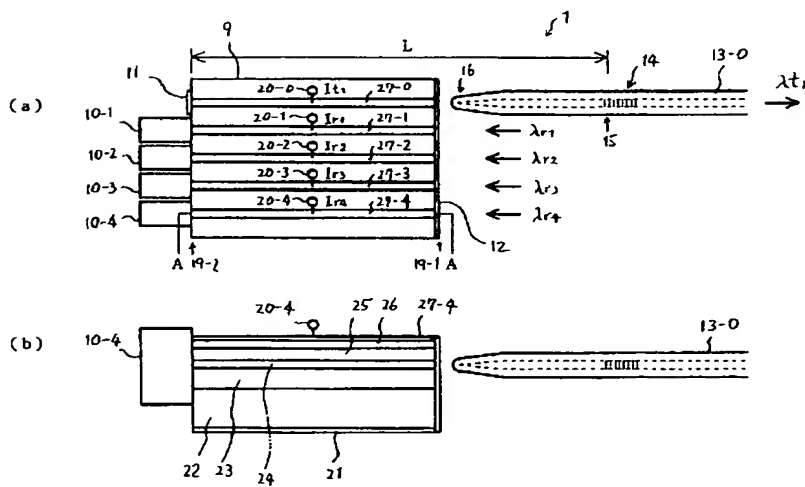
7  
4 アレイ型導波路グレーティング (光合分波器)  
5 光ファイバ伝送路  
8-1~8-n 光増幅器  
10-1~10-4 フォトダイオード

11 高反射膜  
12 低反射膜  
14 ファイバグレーティング  
28-1~28-n 光フィルタ

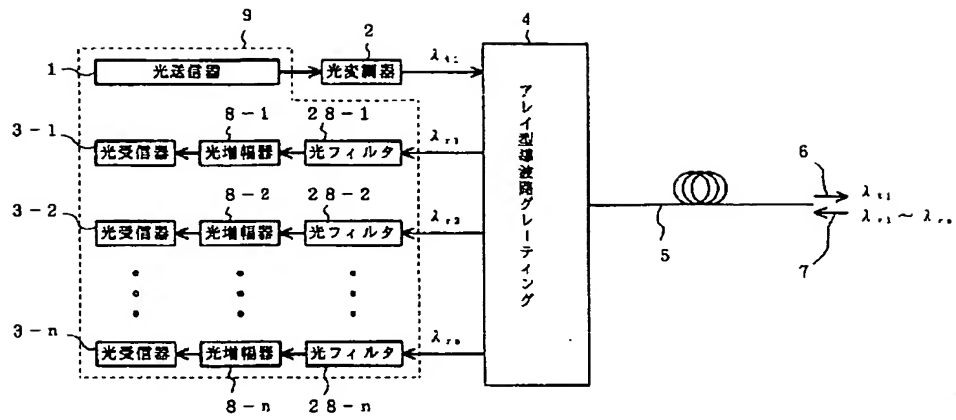
【図 1】



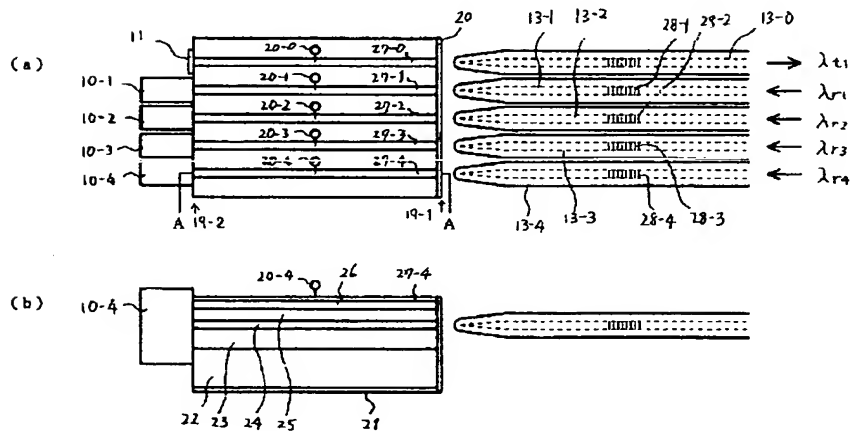
【図 2】



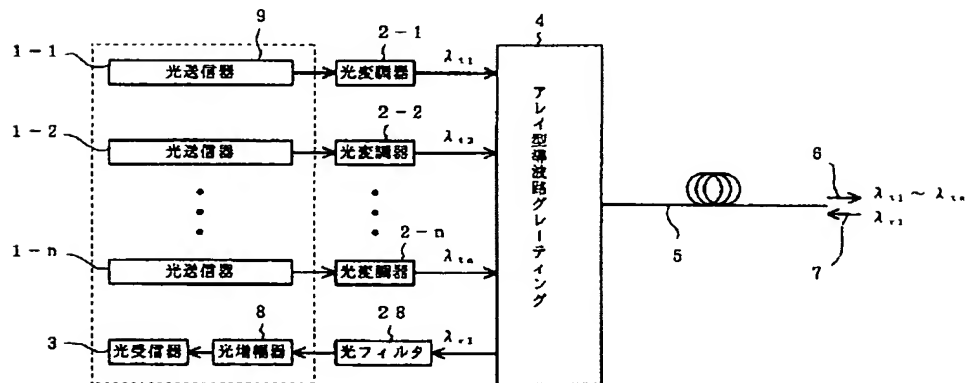
【図 3】



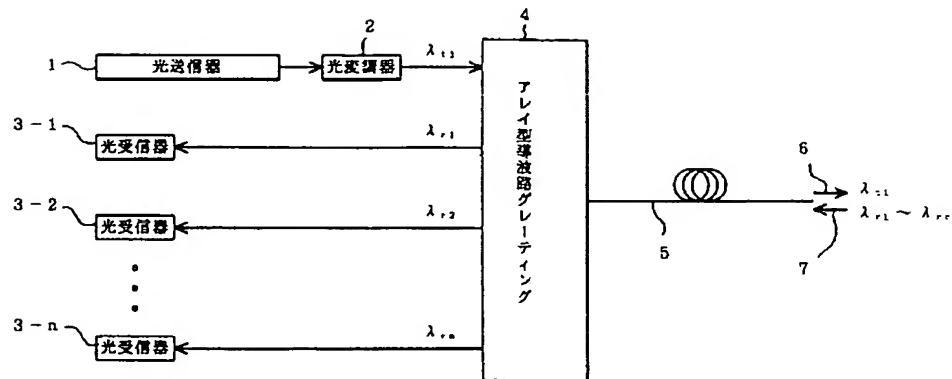
【図 4】



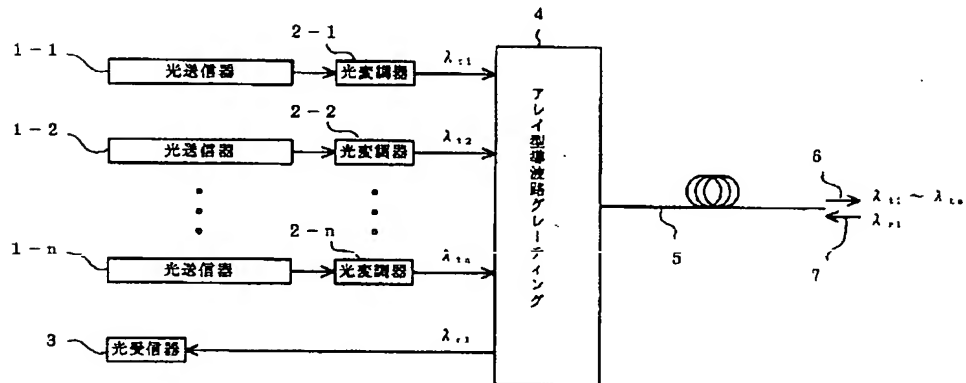
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F073 AA63 AA83 AB04 AB25 AB28  
 CA12 EA14  
 5F089 AA01 AC01 AC07 AC16 CA11  
 GA07 GA10  
 5K002 AA05 BA02 BA05 BA07 BA13  
 BA21 BA31 CA13 CA21 DA02  
 DA42 FA01